

韩雪涛 韩广兴 吴 瑛 等编著

 电子技术与技能实训丛书

电子产品装配 技术与技能实训 (修订版)



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子技术与技能实训丛书

电子产品装配技术与技能实训

(修订版)

韩雪涛 韩广兴 吴 瑛 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从读者的学习习惯出发,结合国家职业技能鉴定的考核标准和社会就业的实际需求,对原版图书进行修订,对整体构架和内容设置进行全新的编排,注重了知识性、系统性、操作性的结合,全面系统地讲解了电子产品安装工艺技术和操作技能的训练方法。将电子产品装配技能划分成9个模块,具体掌握的内容依次为:电子产品装配文件的识读、电子产品装配的基础操作、电子元器件的筛查、电子元器件的焊接工艺和表面贴装工艺;电子产品的基本装配工艺、整机布线工艺、整机总装工艺、整机调试检测工艺等技能实训。

本书充分发挥图解特色,对电子产品装配中的各项技能通过示意图和实物照片的形式展示操作过程、操作细节和关键技术;对于知识内容,则依托案例进行解读,力求使读者在最短时间内掌握电子产品装配技术的各项知识和技能。

本书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求编写而成,适合从事电子产品生产、组装、调试的技术人员,业余爱好者以及参加国家职业技能考核鉴定的人员阅读。也可作为职业技术学院的专业教材及电子企业的培训教材,供广大师生使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品装配技术与技能实训 / 韩雪涛等编著. —北京: 电子工业出版社, 2012.4
(电子技术与技能实训丛书)
ISBN 978-7-121-16562-7

I. ①电… II. ①韩… III. ①电子—产品—装配(机械)—技术培训—教材 IV. ①TN605

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 050025 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 414 千字

印 次: 2012 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

发展职业教育是经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点。国务院关于大力发展职业教育的决定中明确指出，为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求，促进社会主义和谐社会建设，必须以就业为导向，改革与发展职业教育。职业教育要为我国走新型工业化道路，调整经济结构和转变增长方式服务。因此职业教育要以服务社会主义现代化建设为宗旨，要与市场需求和劳动就业紧密结合，要校企合作，建立有中国特色的现代职业教育体系，实施国家技能型人才培养培训工程。

为进一步深化职业教育教学的改革，各类职业学校根据市场和社会需求，在不断更新教学内容，改进教学方法，各家科技出版社也正在为推进现代科学技术在教学中的应用做好教材服务工作。

电子工业出版社一贯重视职业教育工作。在认真学习领会国家相关政策，研究职业教育规律和特点的基础上，组织相关院校和企业共同研发，成功出版了大量职业教育方面的书籍，并取得了很好的社会效益和经济效益。在全国职业教育工作会议隆重召开以后，我社为更好地适应职业教育教学改革的需要，深入职业学校进行了认真调研，组织长期从事电子技术行业工作的专家和在教育第一线的有丰富经验的教师共同编写《电子技术技能实训教程丛书》。我社推出的本丛书是以构建职业标准指导下的能力本位为主导，以提高学生科技素养为宗旨，以就业为导向，指导学生进行专业实践能力的训练，提高学生的技术运用能力和岗位工作能力。

《电子技术技能实训教程丛书》的编写主要遵循了以下原则：

(1) 教学内容充分体现职业性，即本职业生产岗位必备的知识和技能，充分满足本行业生产一线的需求。

(2) 建立职业院校的课程与国家行业标准之间的紧密联系，从职教课程中能清晰地看到国家行业的职业标准要求，形成一种新的职业能力培养的系统化课程。

(3) 行业标准指导下的先进性原则。克服专业教学存在的内容陈旧和不适应产业发展需求的弊端,突出本专业领域的新知识、新技术、新流程、新方法,理论和实践一体化,使之符合职业能力的发展规律,培养学生的学习能力、工作能力、创新思维的能力。

为突出本丛书实用性强的特点,从内容的安排上,以理论指导实践,重点突出技能训练,不仅结合各章内容安排了实训,而且有的书还在全书的最后安排了综合实训项目,使读者将电子专业知识和电子技术灵活运用于实践,在实践中加深理解和积累知识,并在知识和技能不断积累的基础上进行有创造性的实践,从而更有利于技能型人才的培养,更好地提高读者的就业能力、工作能力、职业转换能力和创业能力。

今年修订的电子技术技能实训丛书主要包括:《电子技术基础与技能实训(修订版)》,《电子产品制作技术与技能实训(修订版)》,《电子产品装配技术与技能实训(修订版)》,《电子仪表应用技术与技能实训(修订版)》,《传感技术基础与技能实训(修订版)》,《Protel DXP 2004 SP2 应用技术与技能实训(修订版)》。以后将根据职业学校教材的需求不断拓展新的选题。

我们期盼本丛书能成为通俗易懂的、专业性强和实用性强的、学得会和用得巧的职教选用教材和广大读者的自学教程。

電子工業出版社

前 言

随着电子技术的飞速发展，我国已经成为电子产品生产、制造的“国际化产业基地”。从业人员数以亿计。作为电子生产基础技能的电子产品装配技术也是从事电子产品生产、调试人员所必须掌握的基础技能。

为适应电子技术市场需求，我们于 2006 年组织编写了《电子产品装配技术与技能实训教程》图书，图书参照高等职业教育电子信息类专业《双证课程培养方案》的内容要求，按照原信息产业部颁布的电子产品装配工的职业技能规范，对电子产品装配工所应具备的基础知识和技能进行了系统讲解，目标是培养该岗位所需的技能型人才。

《电子产品装配技术与技能实训教程》经过近 6 年的市场考验，已经得到了社会的认可和广大读者的好评，被职业学校和企业培训机构选做教材。许多读者来信来电，在表达对图书内容充分肯定的同时也提出了很多好的建议。近几年来，电子新产品、新技术、新器件、新工艺的不断涌现，无论是电子产品的精密程度，还是电子产品的制造速度有了很大的提升，现代化的设备、工具和工艺越来越多地应用到了产品制造中，这些都为电子产品装配技能提出了更高的要求。

为追踪电子技术的飞速发展和电子产品装配工艺的规范化及更加现代化，我们又组织电子技术行业的专家和电子职业院校的一线教师对全书进行了重新修订。为扩大读者群，将书名改为《电子产品装配技术与技能实训（修订版）》。

修订后的图书在表达方式上，沿袭了原图书的风格，以真实的现场操作实例为主线，通过“图解演示”的方式将电子产品装配所需的各项技能“全程”展示出来，对于理论知识的讲解以实用、够用为原则。

在表现形式上，充分发挥“图解”的特色，通过二维效果图、三维仿真图、原理示意图、结构组成图以及数码照片等多种形式向读者直观、形象、生动地讲解了电子产品装配过程中的工艺规范和操作方法。

为确保图书的知识内容能够直接指导就业，图书在内容的选取上从实际岗位需求的角度出发，将国家职业技能鉴定的考核认证标准融入到图书的各个知识点和技能实训中，所有的知识技能在满足实际工作需要的同时也完全符合国家职业技能相关专业的考核规范。

读者通过学习不仅可以掌握电子产品装配的各项知识技能，同时也可以申报相应的国家职业资格认证。争取获得国家统一的专业职业资格证书。使得人生的职业规划和行业定位更加准确。真正实现知识技能与人生职业规划的巧妙融合。

为了使本书能够成为技能培训与国家职业技能考核辅导完美结合的典范，本书特聘全

国电子行业资深专家韩广兴教授担任顾问，由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写。编写人员均由资深行业专家、一线教师和高级技师组成。图书所有内容以国家职业资格认证标准作为依据，充分以市场需求和社会就业需求为导向。本书由韩雪涛、韩广兴、吴瑛等编著。参加编写的人员还有张丽梅、王自刚、马楠、宋永欣、张雯乐、梁明、宋明芳、张鸿玉、吴玮、韩雪冬、吴惠英、高瑞征等。由于作者的水平有限，书中不足之处，诚请专家和读者批评指正。

为更好地满足读者需求，达到最佳的学习效果，数码维修工程师鉴定指导中心还提供了网络远程教学和多媒体视频自学两种培训途径，读者可以直接登录数码维修工程师官方网站进行培训或定制购买配套的 VCD 系列教学光盘进行自学。

网站提供有最新的行业信息；大量的视频教学资源、技术图纸等学习资料。读者可随时了解最新的行业资讯；知晓电子电气领域的业界动态；实现远程在线的视频学习；下载需要的图纸和技术学习资料。此外，读者还可通过网站的技术交流平台进行技术的交流与咨询。

读者如果在自学中或国家专业技术资格认证方面有什么问题，也可通过网络或电话与为数码维修工程师鉴定指导中心联系。

网址：<http://www.chinadse.org>

联系电话：022-83718162/83715667/13114807267

E-MAIL:chinadse@163.com

地址：天津市南开区榕苑路 4 号天发科技园 8-1-401

邮编：300384

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编著者

2012 年 2 月

目 录

第 1 章 电子产品装配文件的识读技术与技能实训	1
1.1 电子元器件的图形符号和文字标识	1
1.1.1 电子元器件的图形符号	1
1.1.2 电子元器件的文字标识	4
1.2 电子产品功能方框图的特点与识读	5
1.2.1 电子产品功能方框图的特点	5
1.2.2 电子产品功能方框图的识读方法	6
1.3 电子产品元器件安装图的特点与识读	7
1.3.1 电子产品元器件安装图的特点	7
1.3.2 电子产品元件安装图的识读方法	8
1.4 电子产品电路原理图的特点与识读	8
1.4.1 电子产品电路原理图的特点	8
1.4.2 电子产品电路原理图的识读方法	9
1.5 电子产品接线图的特点与识读	10
1.5.1 电子产品接线图的特点	10
1.5.2 电子产品接线图的识读方法	12
1.6 电子产品装配图的特点与识读	13
1.6.1 电子产品装配图的功能特点	13
1.6.2 电子产品装配图的识读方法	14
本章小结	17
习题 1	17
第 2 章 电子产品装配的基础操作技术与技能实训	19
2.1 电子产品装配中的操作安全	19
2.2 电子产品焊接工具的使用	21

2.2.1	电烙铁的使用	21
2.2.2	吸锡器的使用	23
2.2.3	热风焊机的使用	23
2.2.4	辅助焊接工具与材料的使用	25
2.3	电子产品装配工具的使用	27
2.4	电子产品检测仪器的使用	36
2.4.1	示波器的使用	36
2.4.2	频谱分析仪的使用	39
2.4.3	万用表的使用	41
2.4.4	信号发生器的使用	42
	本章小结	43
	习题 2	43
第 3 章	电子元器件的筛查技术与技能实训	45
3.1	电阻器的筛查	45
3.1.1	固定电阻器的筛查	45
3.1.2	热敏电阻器的筛查	49
3.1.3	压敏电阻器的筛查	50
3.1.4	光敏电阻器的筛查	51
3.1.5	湿敏电阻器的筛查	52
3.1.6	可调电阻器的筛查	53
3.2	电容器的筛查	54
3.2.1	有极性电容器的筛查	54
3.2.2	无极性电容器的筛查	55
3.2.3	可调电容器的筛查	56
3.3	电感器的筛查	57
3.3.1	固定电感器的筛查	58
3.3.2	线圈电感器的筛查	60
3.3.3	微调电感器的筛查	61
3.4	变压器的筛查	62
3.5	晶体二极管的筛查	63
3.6	晶体三极管的筛查	67

3.7	场效应晶体管的筛查	70
3.8	晶闸管的筛查	72
3.9	集成电路的筛查	75
	本章小结	84
	习题 3	85
第 4 章	电子元器件的焊接工艺与技能实训	87
4.1	电子元器件的手工锡焊	87
4.1.1	锡焊的机理及工艺要素	87
4.1.2	手工锡焊的基本方法	87
4.2	浸焊的焊接过程	92
4.3	波峰焊的原理及焊接过程	94
4.4	再流焊的焊接过程	95
4.5	电子束焊的焊接过程	96
4.6	超声焊的焊接过程	96
4.7	焊接质量检测	97
4.7.1	焊接质量要求	97
4.7.2	典型不良焊点外观及其原因分析	98
4.7.3	焊接质量检测	101
4.8	焊接实训	102
4.8.1	接线柱的焊接实训	102
4.8.2	分立元器件的安装与焊接实训	104
4.8.3	集成电路的安装与焊接实训	112
	本章小结	115
	习题 4	115
第 5 章	表面安装 (SMT) 技术	117
5.1	表面安装工艺流程	117
5.1.1	表面安装工艺的特点	117
5.1.2	表面安装工艺流程	117
5.2	表面安装元器件	119
5.2.1	表面安装电阻器和电位器	119

5.2.2	表面安装电容器	124
5.2.3	表面安装电感器	127
5.2.4	表面安装半导体器件	128
5.2.5	表面安装的其他片式元器件	133
5.2.6	典型的表面安装技术产品	136
5.3	表面安装设备	138
5.3.1	印刷机	138
5.3.2	贴片机	139
5.3.3	再流焊炉	143
5.3.4	自动检测仪	145
5.4	贴片元器件的安装焊接实训	146
	本章小结	147
	习题 5	148
第 6 章	电子产品基本装配工艺与装配方法	149
6.1	常用的装配工艺	149
6.1.1	焊接装配	149
6.1.2	压接装配	149
6.1.3	绕接装配	149
6.1.4	螺纹连接	151
6.1.5	胶接装配	156
6.1.6	穿刺装配	158
6.1.7	铆接装配	158
6.2	常用零部件的安装方法	161
6.2.1	开关的安装	161
6.2.2	插座的安装	162
6.2.3	电位器的安装	162
6.2.4	金属大功率三极管的安装	163
6.2.5	散热片的安装	164
6.2.6	集成块的安装	165
6.3	印制电路板的装配工艺	166
6.3.1	印制电路板的基本概念	166

6.3.2	印制电路板的设计与制造.....	167
6.3.3	印制电路板的装配工艺.....	178
6.4	印制电路板的装配.....	181
6.5	传动机构的安装.....	182
	本章小结.....	183
	习题 6.....	183
第 7 章	电子产品整机布线工艺与操作方法	185
7.1	绝缘电线和电缆的种类与用途.....	185
7.2	绝缘导线的加工.....	185
7.3	屏蔽导线的加工.....	187
7.4	电缆的加工.....	190
7.5	导线的连接.....	191
7.5.1	两条粗细相同的导线的连接.....	191
7.5.2	两条粗细不同的导线的连接.....	192
7.6	导线端子的焊接.....	194
7.7	整机布线后的扎线成型.....	196
7.7.1	导线成型工艺.....	196
7.7.2	线扎成型工艺.....	197
7.8	布线和扎线的操作实训.....	202
	本章小结.....	205
	习题 7.....	205
第 8 章	电子产品整机总装工艺与操作方法	207
8.1	整机总装工艺流程.....	207
8.2	整机组装中的静电保护.....	210
8.2.1	静电的产生.....	210
8.2.2	静电的危害.....	211
8.2.3	静电敏感器件.....	212
8.2.4	电子产品制造中的静电源.....	212
8.2.5	静电的防护方法.....	214
8.2.6	常用的静电防护器材.....	217

8.3 整机总装实训	220
8.3.1 立体声放大器的总装实训	220
8.3.2 VCD 视盘机的总装实训	225
本章小结	235
习题 8	235
第 9 章 电子产品整机调试检测工艺与方法	237
9.1 整机调试检测的工艺流程	237
9.2 整机调试检测的主要检测工艺	239
9.2.1 来料检测工艺	239
9.2.2 印制电路板的调试检测工艺	241
9.2.3 整机功能调试检测工艺	247
9.3 整机电路的检验测试实训	249
9.3.1 调频立体声收音机的检验测试实训	249
9.3.2 VCD 视盘机的检验测试实训	251
本章小结	254
习题 9	254
附录 A 习题答案	255
习题 1 答案	255
习题 2 答案	255
习题 3 答案	256
习题 4 答案	256
习题 5 答案	257
习题 6 答案	258
习题 7 答案	258
习题 8 答案	259
习题 9 答案	260

第 1 章 电子产品装配文件的识读技术与技能实训

1.1 电子元器件的图形符号和文字标识




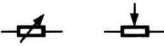





1.1.1 电子元器件的图形符号

电子产品中有很多的元器件，在电子产品的装配过程中，通常在工艺文件上使用图形符号来进行标注。常用的元器件有电阻器、电容器、电感器、二极管、晶体三极管、场效应晶体管、晶闸管等，随元器件的种类不同，其符号含义也不相同。

1. 电阻器的图形符号

电阻器是一种常见的电子元件，常见的电阻器有普通电阻器、熔断电阻器、熔断器、可变电阻器或电位器、光敏电阻器、热敏电阻器、湿敏电阻器、压敏电阻器、气敏电阻器等，常见电阻器的图形符号见表 1-1 所列。

表 1-1 常见电阻器的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
普通电阻器		熔断电阻器	
熔断器		可变电阻器 或电位器	
光敏电阻器		热敏电阻器	
湿敏电阻器		压敏电阻器	
气敏电阻器			

2. 电容器的图形符号

电容器主要有普通电容器、电解电容器及可变电容器等，不同种类的电容器，其图形符号也各不相同，常见电容器的图形符号见表 1-2 所列。

表 1-2 常见电容器的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
普通电容器		电解电容器	
微调电容器		单联可调电容器	
双联可调电容器			



3. 电感器的图形符号

电感器可分为固定电感器和可变电感器，其中固定电感器是一种电感值不可变的电感器，而可变电感器是指电感值可以变化的电感器。常见电感器的图形符号见表 1-3 所列。

表 1-3 常见电感器的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
普通电感器		带磁芯的电感器	
可调电感器		带抽头的电感器	

4. 二极管的图形符号

二极管的种类很多，在电路中所起的作用也各不相同，因此在识别二极管时，应根据二极管的种类、作用进行识别。常见二极管的图形符号见表 1-4 所列。

表 1-4 常见二极管的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
普通二极管		发光二极管	
光敏二极管		稳压二极管	
变容二极管		双向稳压管	
双向触发二极管			

5. 晶体三极管的图形符号

晶体三极管的种类很多，在电路中所起的作用也各不相同，因此在识别晶体三极管时，应根据晶体三极管的种类、作用进行识别。常见晶体三极管的图形符号见表 1-5 所列。

表 1-5 常见晶体三极管的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
NPN 晶体三极管		PNP 晶体三极管	
光敏晶体管		绝缘栅双极型晶体管 (IGBT 管)	

6. 场效应晶体管的图形符号

场效应晶体管按其结构不同分为两大类，即绝缘栅型场效应晶体管和结型场效应晶体管。绝缘栅型场效应晶体管由金属、氧化物和半导体材料制成，简称 MOS 管。MOS 管按其工作状态可分为增强型和耗尽型两种，每种类型按其导电沟道不同又分为 N 沟道和 P 沟道两种。结型场效应晶体管按其导电沟道不同也分为 N 沟道和 P 沟道两种。常见的场效应晶体管的图形符号见表 1-6 所列。

表 1-6 常见场效应晶体管的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
N 沟道结型 场效应晶体管		P 沟道结型 场效应晶体管	
N 沟道增强型 场效应晶体管		P 沟道增强型 场效应晶体管	
N 沟道耗尽型 场效应晶体管		P 沟道耗尽型 场效应晶体管	
耗尽型双栅 P 沟道 场效应晶体管			

7. 晶闸管的图形符号

晶闸管又称可控硅，也属于半导体器件。它除了具有单向导电的整流作用外，还可以作为可控开关使用，特点是能利用微小的功率控制较大的功率。常用于电动机驱动控制电路中，也可用于电源的过载保护器件。常用的晶闸管有单向晶闸管和双向晶闸管，晶闸管的图形符号见表 1-7 所列。

表 1-7 晶闸管的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
阳极侧受控 单向晶闸管		阴极侧受控 单向晶闸管	
可关断晶闸管 (阳极受控)		可关断晶闸管 (阴极受控)	
双向晶闸管			



1.1.2 电子元器件的文字标识

电子电气设备一般都是由大量的电子元器件及其相关的电子部件组成，内部电路结构十分复杂。在产品的组装生产过程中，有大量的生产工序需要配合完成。在组装加工之前，电子产品的原理、结构、组装等都需要建立统一的标准作为加工依据。在描述这些标准及生产依据的过程中，为了简易化表达，会使用大量的英文符号的简称来代替电子元器件或部件。

电子电气设备中的常用文字符号见表 1-8 所列，常用文字辅助符号见表 1-9 所列。

表 1-8 电子电气设备中的常用文字符号

元器件名称	符 号	元器件名称	符 号	元器件名称	符 号
分离元件放大器	A	同步电动机	M 或 MS	变频器	U
激光器	A	运算放大器	N	编码器	U
晶体管放大器	A 或 AD	信号发生器	P	整流器	U 或 UF
集成电路放大器	A 或 AJ	电流表	P 或 PA	稳压管	V 或 VS
印刷电路板	A 或 AP	频率表	P 或 PF	二极管	VD
磁芯存储器	D 或 DS	电压表	P 或 PV	发光二极管	VD 或 VL
寄存器	D 或 DR	断路器	Q 或 QF	晶体三极管	VT
照明灯	E 或 EL	电动机保护开关	Q 或 QM	场效应晶体管	VT
空气调节器	E 或 EV	自动开关	Q 或 QA	晶闸管	VS
避雷器	F	电阻器	R	导线	W
熔断器	F 或 FU	电位器	RP	电缆	W
限压保护器件	F 或 FV	热电传感器	B	母线	W
振荡器	G	晶体换能器	B	连接插头和插座	X
发生器	G 或 GS	送话器	B	接线柱	X
同步发电机	G 或 GS	扬声器	B	插头	X 或 XP
指示灯	H 或 HL	耳机	B	插座	X 或 XS
瞬时接触继电器	K 或 KA	变阻器	R	气阀	Y
电流继电器	K 或 KA	控制开关	S 或 SA	电磁离合器	Y 或 YC
电压继电器	K 或 KV	按钮开关	S 或 SB	电动阀	Y 或 YM
接地继电器	K 或 KE	温度传感器	S 或 ST	晶体滤波器	Z
感应线圈	L	电流互感器	T 或 TA	带通滤波器	Z 或 ZB
电动机	M	励磁变压器	T 或 TE	低通滤波器	Z 或 ZL